

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 8 年 5 月 2 8 日

出 願 番 号

Application Number:

平成 1 0 年 特 許 願 第 1 4 7 8 3 8 号

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

J P 1 9 9 8 - 1 4 7 8 3 8

出 願 人

Applicant(s):

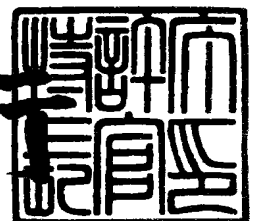
N T N 株式会社

新日鐵化学株式会社

2 0 1 1 年 4 月 2 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

岩 井 良 行



【書類名】 特許願

【整理番号】 P10-220

【提出日】 平成10年 5月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】

F16C 17/00

F16C 33/10

【発明の名称】 動圧型焼結含グリース軸受

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 NTN株式会社内

【氏名】 森 夏比古

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区新川 2 丁目 3 1 番 1 号 新日鐵化学株式会社内

【氏名】 長野 克巳

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区新川 2 丁目 3 1 番 1 号 新日鐵化学株式会社内

【氏名】 大條 義彦

【特許出願人】

【識別番号】 000102692

【氏名又は名称】 エヌティエヌ株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000006644

【氏名又は名称】 新日鐵化学株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064584

【弁理士】

【氏名又は名称】 江原 省吾

【選任した代理人】

【識別番号】 100093997

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 秀佳

【選任した代理人】

【識別番号】 100101616

【弁理士】

【氏名又は名称】 白石 吉之

【選任した代理人】

【識別番号】 100107423

【弁理士】

【氏名又は名称】 城村 邦彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019677

【納付金額】 21,000

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 動圧型焼結含グリース軸受

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 支持すべき回転軸の摺動面と軸受隙間を介して対向する軸受面を有し、その軸受面に軸方向に対して傾斜した動圧溝が設けられた焼結金属からなる多孔質の軸受本体と、軸受本体の内部の細孔内に含浸された潤滑剤とを備え、

軸受本体に含浸される潤滑剤が、増稠剤の配合割合を 0.1～5.0 重量%とした潤滑グリースであることを特徴とする動圧型焼結含グリース軸受。

【請求項 2】 上記潤滑グリースの基油が、軸受面を含む表面の表面開孔を介して軸受本体の内部と軸受隙間との間を循環しつつ、上記動圧溝の動圧効果により軸受隙間内に潤滑油膜を形成し、その潤滑油膜によって回転軸の摺動面を軸受面に対して非接触支持する請求項 1 記載の動圧型焼結含グリース軸受。

【請求項 3】 上記焼結金属が、銅、鉄、及びアルミニウムの中から選択される 1 種以上の材料を主成分とする請求項 1 記載の動圧型焼結含グリース軸受。

【請求項 4】 上記潤滑グリースの増稠剤がウレア化合物である請求項 1 記載の動圧型焼結含グリース軸受。

【請求項 5】 上記ウレア化合物が下記式（1）で表される群から選択される 1 種以上の化合物である請求項 4 記載の動圧型焼結含グリース軸受。



上記式中、R2 は炭素原子数 6～15 の芳香族炭化水素基を示し、

R1 及び R3 は炭素原子数 6～12 の芳香族炭化水素基、又は、炭素原子数 8～20 のアルキル基を示し、R1 及び R3 中に占める芳香族炭化水素基の割合は 0～100 モル%である。

【請求項 6】 上記軸受本体の内周面に複数の軸受面を軸方向に相互に離隔して形成すると共に、軸受面間の領域の内径寸法を、軸受面における動圧溝以外の領域の内径寸法よりも大きくした請求項 1 記載の動圧型焼結含グリース軸受。

【請求項 7】 情報機器の回転要素と共に回転する回転軸と、この回転軸を支持する軸受と、所定のギャップを介して相対向配置されたロータ及びステータ

とを備えた情報機器のスピンドルモータにおいて、

上記軸受が、回転軸の摺動面と軸受隙間を介して対向する軸受面を有し、その軸受面に軸方向に対して傾斜した動圧溝が設けられた焼結金属からなる多孔質の軸受本体と、軸受本体の内部の細孔内に含浸された潤滑剤とを備え、該潤滑剤が、増稠剤の配合割合を0.1～5.0重量%とした潤滑グリースであることを特徴とする情報機器のスピンドルモータ。

【請求項8】 上記潤滑グリースの基油が、軸受面を含む表面の表面開孔を介して軸受本体の内部と軸受隙間との間を循環しつつ、上記動圧溝の動圧効果により軸受隙間内に潤滑油膜を形成し、その潤滑油膜によって回転軸の摺動面を軸受面に対して非接触支持する請求項7記載の情報機器のスピンドルモータ。

【請求項9】 上記焼結金属が、銅、鉄、及びアルミニウムの中から選択される1種以上の材料を主成分とする請求項7記載の情報機器のスピンドルモータ。

【請求項10】 上記潤滑グリースの増稠剤がウレア化合物である請求項7記載の情報機器のスピンドルモータ。

【請求項11】 上記ウレア化合物が下記式(1)で表される群から選択される1種以上の化合物である請求項10記載の情報機器のスピンドルモータ。



上記式中、R2は炭素原子数6～15の芳香族炭化水素基を示し、

R1及びR3は炭素原子数6～12の芳香族炭化水素基、又は、炭素原子数8～20のアルキル基を示し、R1及びR3中に占める芳香族炭化水素基の割合は0～100モル%である。

【請求項12】 上記軸受本体の内周面に複数の軸受面を軸方向に相互に離隔して形成すると共に、軸受面間の領域の内径寸法を、軸受面における動圧溝以外の領域の内径寸法よりも大きくした請求項7記載の情報機器のスピンドルモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、焼結金属からなる多孔質の軸受本体に潤滑グリースを含浸させて自己潤滑機能を持たせると共に、軸受面の動圧溝の動圧効果により軸受隙間内に潤滑油膜を形成し、その潤滑油膜によって回転軸の摺動面を非接触支持する動圧型焼結含グリース軸受に関し、特にレーザービームプリンタ（LBP）のポリゴンミラー用や磁気ディスクドライブ（HDD等）用のスピンドルモータなど、高速下で高回転精度が要求される機器や、DVD-ROM、DVD-RAM等の光ディスク装置用やMO等の光磁気ディスク装置用のスピンドルモータように、ディスクが載ることによって大きなアンバランス荷重が加わる条件下で高速で駆動する機器などに好適である。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

情報機器は、大別して、データ処理及び記憶を行う主記憶装置と、記憶のみを行う補助記憶装置の2つに分けることができる。記憶部分にはディスクやテープを使用するものと、全て電子部品からなる半導体を使用するものがあり、現在では、コストの点からディスクやテープが広く使用されている。ディスクやテープを使用する補助記憶装置としては、磁気ディスク装置（HDD、FDD）、光ディスク装置（CD、DVD）、光磁気ディスク装置（MO、ODD）、デジタルオーディオテープレコーダ（DAT）等がある。さらに、情報機器にはレーザービームプリンタ（LBP）、デジタルFAX、デジタルPPC等も含まれる。

#### 【0003】

上記のような情報機器関連の小型スピンドルモータでは、回転性能のより一層の向上と低コスト化が求められており、そのための手段として、スピンドルの軸受部を転がり軸受から焼結含油軸受に置き換えることが検討されている。しかし、通常の焼結含油軸受は真円軸受の一種であるため、軸の偏心が小さいところでは、不安定振動が発生しやすく、回転速度の1/2の速度で振れ回るいわゆるホワールが発生しやすい欠点がある（ホワール等の不安定振動が発生すると回転精度が劣化する。）。そこで、軸受面にヘリングボーン形やスパイラル形などの動圧溝を設け、軸の回転に伴う動圧溝の動圧効果によってラジアル剛性等の軸受機

能を高めて、不安定振動による軸振れを解消しようとする試みが従来よりなされている（動圧型焼結含油軸受）。

【０００４】

一方、この種の動圧型焼結含油軸受は、軸振れの抑制に高い効果を有する反面、軸受隙間内の油が軸受面の表面開孔を介して軸受内部に逃げてしまうことによる、動圧効果の低減現象（圧力降下）があり、期待する動圧効果が得られにくいという問題がある。従来、この圧力降下の問題を解消する手段として、軸受面における動圧溝に表面目つぶし加工を施して、動圧溝の形成領域を封孔した構成が知られている（実開昭６３－１９６２７号）。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

動圧溝の形成領域を封孔した構成では、以下の問題点が生じる。

【０００６】

○１ 動圧溝の形成領域が完全に封孔されているので、その領域では焼結含グリース軸受の最大の特徴である油の循環が阻害される。従って、一旦軸受隙間に滲み出した油は動圧溝の作用によって軸受面の軸方向中央部に押し込まれ、軸受隙間内にとどまることになる。軸受隙間内では大きなせん断作用が働いているので、そのせん断力と摩擦熱によって軸受隙間内にとどまった油は変性しやすく、また、温度上昇によって酸化劣化が早まる傾向にある。従って、軸受寿命が短くなる。

【０００７】

○２ 表面目つぶし加工を施す他の手段としてコーティング等を挙げているが、コーティング被膜の厚さは溝深さよりも薄くする必要がある、数 $\mu\text{m}$ のコーティング被膜を動圧溝の形成領域にのみ施すのは極めて困難である。

【０００８】

また、焼結体に潤滑グリースを含浸した技術（焼結含グリース軸受）が、特開昭６３－１９５４１６号公報、特開平７－４２７４０号公報に記載されているものの、これらの技術は軸受面に動圧溝を有しない真円軸受を対象としたものであり、偏心率が小さい領域でのラジアル剛性が小さく、ホワール等の不安定振動を

効果的に抑制することができない。

#### 【0009】

そこで、本発明は、この種の軸受において、軸受本体の内部と軸受隙間との間の油の適切な循環を確保しつつ、軸受隙間内における圧力降下の問題を解消し、動圧溝の動圧効果を高めることにより、軸受機能、特に軸受剛性（軸受負荷容量）および軸受寿命のより一層の向上を図ることを主目的とするものである。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

図3は、本発明の傾斜状の動圧溝2cが形成された軸受面2bを有する動圧型焼結含グリース軸受2で回転軸4を支持する際における、軸方向断面での油の流れを示している。回転軸4の回転に伴い、軸受本体2aの内部の細孔内（本明細書において「細孔」とは、多孔質体が組織として有する孔をいう。）に保有された油（潤滑グリースの基油）が軸受面2bの軸方向両側（及びチャンファ部周辺）から軸受隙間に滲み出し、さらに動圧溝2cによって軸受隙間の軸方向中央に向けて引き込まれる。その油の引き込み作用（動圧作用）によって軸受隙間に介在する油の圧力が高められ、潤滑油膜が形成される。この軸受隙間に形成される潤滑油膜によって、回転軸4はホワール等の不安定振動を生じることなく、軸受面2bに対して非接触支持される。軸受隙間に滲み出した油は、回転軸4の回転に伴う発生圧力により、軸受面2bの表面開孔（本明細書において「表面開孔」とは、多孔質体組織の細孔が外表面に開口した部分をいう。）から軸受本体2aの内部に戻り、軸受本体2aの内部を循環して、再び軸受面2b（及びチャンファ部周辺）から軸受隙間に滲み出す。

#### 【0011】

上記のように、この種の動圧型軸受は、軸受本体の内部の細孔内に保有した油を軸受本体と軸受隙間との間で循環させながら、動圧溝の作用によって軸受隙間内に潤滑油膜を形成し、その潤滑油膜によって回転軸を継続して非接触支持する点に特徴を有するものであり、そのような安定した軸受機能を発揮させるためには、油の適切な循環と、軸支持に必要な潤滑油膜の形成を確保する必要がある。特に、油の循環は、油の劣化を抑制して軸受寿命を高める働きをもつ他、潤滑油



膜の形成に対して相互補完的に働き、また相反的にも働くので、油の循環を如何に適切ならしめるかは、この種の動圧型軸受における極めて重要な課題である。すなわち、軸受隙間内に十分な圧力と油膜厚さをもった潤滑油膜を常時形成するためには、新鮮な適量の油が軸受本体から軸受隙間へ常時滲み出して潤滑油膜を形成し、さらに軸受隙間から軸受本体へ戻るという油の循環サイクルが適切に働くことが不可欠である。油の循環量が過小であると、軸受隙間への油の滲み出しが不足して、潤滑油膜の形成が不十分になると同時に、軸受隙間内に油が滞留し、温度上昇により酸化劣化をきたす。一方、油の循環量が過大であると、軸受隙間から軸受本体への油の戻りが過度となり、前述したような圧力降下の問題が起る。

#### 【0012】

油の循環量を制御するための手段として、表面開孔率（単位面積内に占める表面開孔の面積割合）の調整、油の動粘度の調整が挙げられる。しかし、表面開孔率の調整では、表面開孔や細孔の個々の大きさまでは管理できないので、軸受面に大きな表面開孔があった場合や、軸受面から所定深さの表層部分に大きな孔があった場合、局所的な圧力低下が生じることが避けられない。また、油の動粘度の調整を過度に行うと、トルク上昇の要因となる。従って、これらの手段では限界があり、近時のスピンドルモータの一層の高速回転化、高性能化の傾向を考えると、十分な軸受機能を得ることができない場合が多い。

#### 【0013】

そこで、本発明では、多孔質の軸受本体の軸受面に軸方向に対して傾斜した動圧溝を設けると共に、軸受本体に含浸する潤滑剤を、増稠剤の配合割合が0.1～5.0重量%である潤滑グリースとした。

#### 【0014】

軸受本体に含浸する潤滑剤を潤滑グリースとすることにより、潤滑グリース中に含まれる増稠剤がごく微少な細孔には入らず、比較的大きな孔に選択的に埋設される。そのため、軸受面の表面開孔の一つ一つの面積が平均化され、また軸受面から所定深さの表層部分の一つ一つの細孔の断面積が平均化され、局所的な圧力降下が発生しにくくなると共に、軸受本体から軸受隙間への油の滲み出し、軸

受隙間から軸受本体への油の戻りが適切量に調整される。そのため、動圧溝による潤滑油膜の形成効果が高められ、軸受剛性（軸受負荷容量）が向上すると同時に、油の適切な循環が確保され、軸受寿命が向上する。尚、ここでの「油」は軸受本体に含浸された潤滑グリースの基油であり、通常はごく微小な増稠剤成分を含みながら軸受本体と軸受隙間との間を循環する。

#### 【0015】

増稠剤の配合割合が0.1重量%未満であると、上記のような効果が顕著に現れず、逆に5.0重量%を超えると、潤滑グリースの稠度が高くなりすぎ、含浸工程での作業が複雑になる。すなわち、軸受が瞬時にグリース中に沈まなかったり、また、含浸後、軸受表面に付着したグリースの除去作業に手間取る。

#### 【0016】

上記のような傾斜状の動圧溝を備えた軸受面は、軸受面に対応した形状の成形型によって、動圧溝の形成領域とそれ以外の領域とを同時成形することによって形成することができる。そのための手段として、例えば、軸受面の形状に対応した凹凸状の成形型をコアロッドの外周面に形成し、このコアロッドの成形型に多孔質体素材を供給して圧迫力を加え、多孔質体素材の内周面をコアロッドの成形型に加圧して塑性変形させる手段を採用することができる。軸受面の成形後、圧迫力を解除することによる多孔質体素材のスプリングバックを利用して、コアロッドの成形型を多孔質体素材から離型することができる。

#### 【0017】

軸受本体の材質としては、銅、鉄、及びアルミニウムの中から選択される1種以上の金属粉末を主原料とし、必要に応じて、すず、亜鉛、鉛、黒鉛の粉末又はこれらの合金粉末を混合し、焼結して得られた焼結金属とすることができる。軸受本体の材質としてこのような焼結金属を用いると、上記のような圧縮成形法により、高精度かつ安価に軸受本体を製造することができる。

#### 【0018】

軸受面の数は1個の軸受に対して単数、複数を問わないが、軸受本体の内周面に複数の軸受面を軸方向に相互に離隔して形成すると共に、軸受面間の領域の内径寸法を、軸受面の動圧溝以外の領域の内径寸法よりも大きくした構成とするこ

とができる。1個の軸受に複数の軸受面を形成することにより、複数個の軸受を組み込む場合における軸受面相互間の同軸度の問題を解消することができる。軸の回転精度を確保するため、通常、軸受は複数個、例えば2個を組合わせて使用される。また、軸受はハウジングに圧入して使用される場合が多い。そのため、従来は、2個の軸受の同軸度を確保するために、矯正ピンをハウジングに挿入した後、2個の軸受を同時に圧入する方法を採用していた。しかしながら、軸受面に傾斜状の動圧溝を設けた本発明の構成では、矯正ピンを用いて強制的に矯正すると、矯正ピンの食い付きによって軸受面の動圧溝が潰れてしまい、安定した動圧効果が得られなくなる。この場合、上記のように1個の軸受に複数の軸受面を形成することで、軸受面相互間の同軸度の問題を解消することができ、従来のように矯正ピンで同軸度を確保する必要がなくなる。従って、軸受面の動圧溝が潰れてしまうという不都合も発生しなくなる。また、複数個の軸受を配置する場合に比べ、部品点数、組立工数の削減になる。さらに、軸受面間の領域の内径寸法を、軸受面の動圧溝以外の領域の内径寸法よりも大きくすることにより、トルク上昇を抑えることができる。

#### 【0019】

本発明に用いる潤滑グリースの増稠剤は、石けん系、非石けん系のいずれでも良いが、中でも、ウレア化合物を増稠剤として用いるのが好ましい。ウレア化合物は分子間の相互作用力が強いため、せん断安定性に優れ、金属表面に吸着しやすく、潤滑効果を高める効果がある。ウレア化合物は、その化学構造式中に—NHCONH—を有するものであり、例えばモノウレア、ジウレア、トリウレア等がある。モノウレアはモノアミンとモノイソシアネートの反応から、ジウレアはモノアミンとジイソシアネートの反応から、トリウレアはモノアミンとトリレンジイソシアネートと水の反応によってそれぞれ得られる。ウレア化合物の中でも原料の入手性及び製造性の面からジウレアが好適である。

#### 【0020】

また、一般式(1)： $R1-NHCONH-R2-NHCONH-R3$

{R2は炭素原子数6～15の芳香族炭化水素基を示し、

R1及びR3は炭素原子数6～12の芳香族炭化水素基、又は、炭素

原子数 8～20 のアルキル基を示し、R 1 及び R 3 中に占める芳香族炭化水素基の割合は 0～100 モル%である。}

で表されるウレア化合物の R 1 及び R 3 中に占める芳香族炭化水素基の割合を 0～100 モル%の範囲内で調整することで、ミセルの構造を自由に変化させることができる。尚、上記一般式 (1) に包含されるウレア化合物群のうち、1 種類のジウレアのみではモル比の細かな調整をすることはできないが、R 1 および R 3 を与えるアミンの種類を 2 種類以上とし、その割合を変化させることにより、調整可能となる。動圧型焼結含グリース軸受の場合、表面開孔率等を調整することで、ある程度圧力降下や発熱を抑制することが可能ではあるが、潤滑グリースのミセル構造を調整することにより、より高性能で耐久性に優れた動圧型焼結含グリース軸受を得ることができる。

#### 【0021】

軸振れや油漏れを抑制するためには、上記一般式 (1) の R 1 及び R 3 中に占める芳香族炭化水素基の割合を多くすることで対応できる。芳香族炭化水素基の割合が多いほど、ウレアのミセルは太くて短くなる。そのため、同一粘性を持つ他の増稠剤と比べて、増稠剤量が多くなり、軸振れの抑制や耐久性の向上に有効である。一方、低電流性能を要求された場合、短繊維・極太系のミセルは逆効果となり、発熱の原因となる場合がある。その場合、上記 R 1 及び R 3 中の芳香族炭化水素基のモル%を低減することで増稠剤量を少なくできるため、低電流値化に対応可能となる。従って、ウレア化合物を動圧型焼結含グリース軸受に含浸する潤滑グリースの増稠剤として用いることにより、広範囲の要求特性を満足させることが可能となるため、スピンドルモータ用軸受として極めて有利である。尚、上記 R 1 及び R 3 中に含まれる芳香族炭化水素基を動圧型焼結含グリース軸受が使用される用途、使用条件に合わせて調整することができることは言うまでもない。

#### 【0022】

ウレア化合物は、イソシアネートとモノアミンの反応によって得られるが、使用されるイソシアネートとしては、2, 4-トリレンジイソシアネート、2, 6-トリレンジイソシアネート、ジフェニルメタレン-4, 4'-ジイソシアネー

ト、ナフチレン-1, 5-ジイソシアネート等の芳香族ジイソシアネートやトリレンジイソシアネート、トリアジン誘導基及びこれらの混合物が挙げられる。また、モノアミンとしては、アニリン、ベンジルアミン、トルイジン、クロロアニリン等の芳香族アミン及びオクチルアミン、ノニルアミン、デシルアミン、ウンデシルアミン、ドデシルアミン、トリデシルアミン、テトラデシルアミン、ペンタデシルアミン、ヘキサデシルアミン、ヘプタデシルアミン、オクタデシルアミン、ノナデシルアミン、エイコデシルアミン等の脂肪族アミンやシクロヘキシルアミンが挙げられる。

#### 【0023】

本発明に用いる潤滑グリースの基油は、特に限定されるものではないが、鉱油であるパラフィン系鉱油、水添仕上げパラフィン鉱油、水素化改質パラフィン鉱油、精製ナフテン系鉱油、高粘度指数パラフィン鉱油、及び合成潤滑油であるポリ $\alpha$ オレフィン系、エステル系、エーテル系、ポリグリコール系、芳香族系炭化水素油、フッ素系潤滑油、及びこれらの混合油が好ましい。

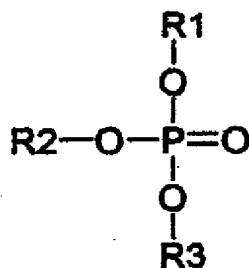
#### 【0024】

上記基油には、耐摩耗性、熱安定性等を改善するため種々の添加剤を配合することができるが、下記一般式(2)で表されるリン酸エステルを配合することが好適である。このリン酸エステルとしては、例えばリン酸トリオクチルやリン酸トリクレジル等のリン酸トリエステルやリン酸モノオクチルエステル、リン酸ジオクチルエステル等の酸性リン酸エステルやアルキルリン酸エステルアミン塩(一部アミン基)などを挙げることができるが、その中でもリン酸トリエステルが好ましい。リン酸エステルを使用することで、油膜形成力を増大させることができる。

#### 【0025】

【化1】

一般式（2）



【0026】

上記式中、Rはそれぞれ独立に水素又は炭化水素基又はアルコキシ基を示し、少なくとも1つは炭化水素基又はアルコキシ基である。

【0027】

このリン酸エステルの基油に対する配合割合は、0.1～10重量%、好ましくは0.5～3重量%とするのが良い。リン酸エステルの配合割合が0.1重量%未満であると耐摩耗性を改善することができず、10重量%を超えて添加しても大幅な耐摩耗性の向上が認められない。

【0028】

また、上記基油に粘度指数向上剤及び構造安定剤として、エチレン- $\alpha$ -オレフィン共重合体もしくはその水素化物、または、ポリメタクリレート系のものや、ポリブテン（ポリイソブチレン）系のものなどを添加しても良い。エチレン- $\alpha$ -オレフィン共重合体もしくはその水素化物は、例えばエチレンと1-デセン、イソブテン等をルイス酸等の触媒で重合させて得られた重合物を水素化することにより得られる。これらは、数平均分子量が200～4000程度のものがあり、数平均分子量1450のものが好ましい。ポリメタクリレート系の平均分子量は20000～1500000程度である。せん断安定性との関係から平均分子量は20000～50000が好ましい。また、ポリブテン系の平均分子量は5000～300000程度が良い。粘度指数向上剤及び構造安定剤の配合割合は、基油に対して1～30重量%、このましくは1～5重量%の範囲が良い。

#### 【0029】

さらに、上記基油に酸化防止剤を配合することができる。酸化防止剤としては、遊離基連鎖反応停止剤として働くフェノール系、アミン系、及び過酸化分解剤として働く硫黄系酸化防止剤からなる群から選択される1種以上の酸化防止剤を単独で又は混合して用いることができるが、アミン系とフェノール系を混合して用いることが好ましい。フェノール系酸化防止剤としては、例えば2, 6-ジ-*t*-ブチルフェノール、4, 4'-メチレンビス(2, 6-ジ-*t*-ブチルフェノール)、2, 6-ジ-*t*-ブチル-4-エチルフェノール、2, 6-ジ-*t*-4-*n*-ブチルフェノールが挙げられる。蒸発特性及び基油との相溶性の点からは、4, 4'-メチレンビス(2, 6-ジ-*t*-ブチルフェノール)が好適である。また、アミン系酸化防止剤としては、ジオクチルジフェニールアミンやフェニル- $\alpha$ -ナフチルアミンが挙げられる。蒸発特性及び基油との相溶性の点からは、ジオクチルジフェニールアミンが好適である。その配合量は、基油に対しての溶解性を考慮して、基油に対して、アミン系酸化防止剤0.1～10重量%、フェノール系酸化防止剤0.1～10重量%が好ましい。単独使用の場合は、アミン系酸化防止剤0.1～10重量%が好適である。フェノール系酸化防止剤は併用の場合に効果がある。

#### 【0030】

さらに、本発明の基油には、本発明の目的・効果が損なわれない範囲で、必要に応じて、防錆剤、流動点降下剤、無灰系分散剤、金属不活性剤、金属系洗浄剤、油性剤、界面活性剤、消泡剤、摩擦調整剤などを配合することができる。

#### 【0031】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について説明する。

#### 【0032】

図1は、情報機器の一種であるDVD-ROM/RAM装置のスピンドルモータを例示している。このスピンドルモータは、鉛直配置された回転軸4を回転自在に支持する軸受ユニットAと、回転軸4の上端に装着されたDVD-ROMなどの光ディスク5を支持固定するターンテーブル6およびクランパー7と、例え

ばラジアルギャップを介して対向させたステータ8及びロータマグネット9を有するモータ部Bとを主要な構成要素とする。ステータ8は、軸受ユニットAを構成するハウジング1の外周面に固定され、ロータマグネット9は、ターンテーブル6に装着されたロータケース10の内周面に固定される。ステータ8に通電すると、ロータマグネット9と一体になったロータケース10、ターンテーブル6、光ディスク5、クランパー7、及び回転軸4が回転する。

#### 【0033】

軸受ユニットAは、筒状のハウジング1と、ハウジング1の内周面に固定され、回転軸4の外周面をラジアル方向に支持する動圧型焼結含グリース軸受2と、ハウジング1の下端開口部に固定され、回転軸4の下軸端面をスラスト方向に支持するスラスト軸受3とで構成される。この実施形態において、スラスト軸受3は、円板状の樹脂製スラストワッシャ3aとこれを支持する裏金3bとからなり、樹脂製スラストワッシャ3aの上面で回転軸4の凸球状になった下軸端面をスラスト方向に接触支持する構成になっている。尚、樹脂製スラストワッシャ3aは、回転軸4の下軸端面と接触するように、裏金3bの中心部分に埋設しても良い。

#### 【0034】

図2に示すように、動圧型焼結含グリース軸受2は、焼結金属からなる多孔質の軸受本体2aに、潤滑剤として潤滑グリースを含浸させて自己潤滑機能を持たせたものである。軸受本体2aは、銅、鉄、およびアルミニウムの中から選択される1種以上の金属粉末を主原料とし、必要に応じてニッケル、すず、亜鉛、鉛、黒鉛の粉末又はこれらの合金粉末を混合し、焼結して得られた焼結金属で形成され、望ましくは銅を20～97重量%配合し、密度が6.4～7.2 g/cm<sup>3</sup>となるように成形される。

#### 【0035】

この実施形態において、軸受本体2aの内周面には、軸方向に離隔した2つの軸受面2bが形成され、2つの軸受面2bの双方にそれぞれ、軸方向に対して傾斜した複数の動圧溝2cが形成される。各軸受面2bは、軸方向に対して一方に傾斜した複数の動圧溝2cを円周方向に配列形成した第1領域m1と、第1領域



m 1 から軸方向に離隔し、軸方向に対して他方に傾斜した複数の動圧溝 2 c を円周方向に配列形成した第 2 領域 m 2 と、第 1 領域 m 1 と第 2 領域 m 2 との間に位置する環状の平滑領域 n とを備えている。第 1 領域 m 1 の動圧溝 2 c と第 2 領域 m 2 の動圧溝 2 c は、平滑領域 n で区画されて相互に非連続になっている。第 1 領域 m 1 の背 2 d（動圧溝 2 c 間の領域）と第 2 領域 m 2 の背 2 d（動圧溝 2 c 間の領域）は、平滑領域 n と同一レベルにある。軸受面 2 b には、動圧溝 2 c の形成領域を含む全領域にわたって表面開孔がほぼ均一に分布している。

#### 【0036】

軸受本体 2 a と軸 4 との間に相対回転が生じると、第 1 領域 m 1 と第 2 領域 m 2 にそれぞれ逆向きに傾斜形成された動圧溝 2 c によって、軸受隙間内の油が平滑領域 n に向けて引き込まれ、油が平滑領域 n に集められるため、平滑領域 n における油膜圧力が高められる。そのため、高い軸受剛性が得られる。

#### 【0037】

動圧溝 2 c の傾斜角度は、任意の角度に設定すれば良いが、好ましくは軸方向と直交する方向との角度  $\beta$  が  $15 \sim 40^\circ$ 、より好ましくは  $15 \sim 25^\circ$  になるように設定するのが良い。また、動圧溝 2 c と背 2 d との幅比は  $0.8 \sim 1.5$ 、好ましくは  $1.0 \sim 1.2$  の範囲内に設定するのが良い。さらに、平滑領域 n の軸方向幅の比率 R は、各軸受面 2 b の軸方向幅を 1 として、 $R = 0.1 \sim 0.6$ 、好ましくは  $R = 0.2 \sim 0.4$  の範囲内に設定するのが良い。R が 0.1 未満では、平滑領域 n を設けたことによる軸受剛性の増加効果が顕著に表れず、逆に R が 0.6 を超えると、第 1 領域 m 1 および第 2 領域 m 2 の軸方向幅が小さくなり、動圧溝 2 c による動圧効果が有効に発揮されない。

#### 【0038】

動圧溝 2 c の溝深さ h（図 4 参照）と軸受半径すきま c（軸受面 2 b の背 2 d の部分の半径と回転軸 4 の外周面の半径との差）との比には最適な範囲があり、この範囲外では十分な動圧効果が得られない。この最適範囲を明らかにすべく、DVD-ROM/RAM 用スピンドルモータを用いて軸振れを測定したところ、 $c/h$  が  $0.5 \sim 2.0$  の範囲内であれば軸振れを実用上十分なレベルに抑制できることが確認された。例えば、溝深さ h が  $2 \sim 4 \mu\text{m}$  の場合は、軸受半径すき

ま c は  $2 \sim 4 \mu\text{m}$  の範囲内に設定すると良い。

#### 【0039】

また、軸受本体 2 a における軸受面 2 b 間の領域の内径寸法は、軸受面 2 b の背 2 d の部分の内径寸法よりも大きく設定される。

#### 【0040】

尚、各軸受面 2 b の形状は図 2 (a) に示すものに限定されず、例えば、軸方向に対して一方に傾斜した動圧溝と他方に傾斜した動圧溝とを対にして軸方向に V 字状に連続させたものでも良い（この場合、環状の平滑領域 n は存在しない）。回転体に殆どアンバランスがなく、軸受剛性が重要な要素とならないような使用条件等では、動圧溝が軸方向に連続した形状の軸受面の方が負圧が発生しにくく、むしろ好ましい場合もある。さらに、軸受面の動圧溝は軸方向に対して傾斜した形状であれば足り、この条件を満たす限り、任意の形状とすることができる。例えば、動圧溝はスパイラル状であっても良い。

#### 【0041】

軸受本体 2 a に含浸する潤滑グリースの基油としては、 $40^{\circ}\text{C}$  での動粘度が  $5 \sim 60 \text{ cSt}$  に設定されたものを使用することができる。特に、DVD-ROM/RAM のように、ディスクが載ることによるアンバランス荷重に対するラジアル剛性が求められる機器では、 $10 \sim 50 \text{ cSt}$  のものが好ましい。この実施形態では、 $40^{\circ}\text{C}$  での動粘度が  $40 \text{ cSt}$  で、主成分をポリオールエステル油とし、粘度指数向上剤としてポリメタクリレート、酸化防止剤としてフェニル  $\alpha$ -ナフチルアミン、金属不活性剤としてベンゾトリアゾールの誘導体、耐摩耗剤としてりん酸トリオクチルを添加した潤滑油を基油として用いた。

#### 【0042】

上記潤滑グリースの増稠剤としては、リチウム石けん及びウレア化合物を用いた。

#### 【0043】

増稠剤のリチウム石けんは、ステアリン酸と  $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$  を反応させてグリース化する。まず、反応容器に基油 1/3 量とステアリン酸を入れ、 $80^{\circ}\text{C}$  に加熱する。溶媒がクリアーになったら、水と  $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$  をよく混ぜて反

応容器に投入する。その後約1時間かけて脱水を行う。脱水終了後、残りの基油を少しずつ温度が下がらないように投入し、185°Cに達した時点で反応終了とした。

#### 【0044】

増稠剤のモノウレアは、原料アミンとしてオクタデシルアミンを使用し、モノイソシアネートとしてはオクタデシルイソシアネートを使用した。ジウレアで示されるものは、末端基が芳香族基となる原料アミンとしてp-トルイジンを使用し、脂環族基となる原料アミンとしてn-オクチルアミンを使用し、脂肪族基となる原料アミンとしてシクロヘキシルアミンを使用した。また、ジイソシアネートは、ジフェニルメタン-4,4'-ジイソシアネートを使用した。トリウレアは、原料アミンにオクタデシルアミンを使用し、イソシアネートにトリレンジイソシアネートと水を使用した。ジウレアを例にとって具体的に説明すると、反応容器に基油半量と表1に示されるモノアミン全量を入れ、70～80°Cに加熱した。別容器に基油の残りの半量とジフェニルメタン-4,4'-ジイソシアネートを入れ、70～80°Cに加熱し、これを上記反応容器に加え攪拌した。約30分間この状態で攪拌を続け、反応を充分に行った後、170～180°Cまで昇温し、この温度に30分間保持した。これを冷却したものを基グリースとした。

#### 【0045】

回転軸4を動圧型焼結含グリース軸受2の内周面に挿入してスピンドルモータを組立てる際、軸受本体2aに含浸された潤滑グリースと同じ（あるいは同種の）潤滑グリース又はその基油を、含浸グリースとは別に、スラスト軸受3の軸受面が潤滑グリース又はその基油で濡れ、かつ、動圧型焼結含グリース軸受2の軸受隙間が潤滑グリース又はその基油で満たされてるように注油すると良い。この動圧型焼結含グリース軸受2では、回転軸4の回転に伴う発生圧力と温度上昇による油の熱膨張によって、軸受本体2aの内部に含浸された潤滑グリースの基油が、ごく微小な増稠剤成分を含みながら軸受本体2aの表面から滲み出し、動圧溝2cの作用によって軸受隙間内に引き込まれる。駆動初期に動圧型焼結含グリース軸受2の軸受隙間内が油で満たされていると、空気の巻き込みがなく、良好

な潤滑油膜が形成され、安定した軸受機能が得られる。また、スラスト軸受3の軸受面が駆動初期時から油で濡れ、良好な潤滑状態になる。

#### 【0046】

また、通常、回転軸4はハウジング1の下端開口部にスラスト軸受3を装着した状態で、動圧型多孔質含グリース軸受2の内周面に挿入される。この挿入時には、軸受2と回転軸4との間の軸受隙間から空気が外部に逃げることになるが、軸受隙間は数 $\mu\text{m}$ 程度しかないため、空気がハウジング1の下方空間に閉じ込められ、回転軸4の挿入作業が難しくなる場合がある。また、モータ回転時の発熱によって、ハウジング1の下方空間に閉じ込められた空気が膨張し、回転軸4を押し上げて軸受機能を不安定化させる可能性もある。この場合、図1及び図2に示すように、軸受2の外周面とハウジング1の内周面との間に、軸受本体2aの軸方向両端に開口する空気通路Sを設けることにより、この空気通路Sを介して、ハウジング1の下方空間の空気を外部に逃がすようにすると良い。尚、この実施形態では、空気通路Sを軸受本体2aの外周面に形成しているが、空気通路Sはハウジング1の内周面に形成しても良い。また、空気通路Sは1本でも良いし、円周方向に複数本形成しても良い。

#### 【0047】

動圧型焼結含グリース軸受2の軸受隙間内に正圧が発生すると、軸受面2bに表面開孔があるので、油は軸受面2bの表面開孔を介して軸受本体2aの内部に還流する。その際、軸受面2bの表面開孔や、軸受面2bから所定深さの表層部分の細孔の大きさに大小があると、軸受隙間内の油が大きな孔を通して軸受本体2aの内部に還流しやすくなる。そのため、軸受隙間内の圧力分布が不均一になり（局所的な圧力降下が生じる。）、回転精度に影響を及ぼす。この実施形態では、潤滑グリースの増稠剤が軸受本体2aの大きな細孔に選択的に埋設され、表面開孔や細孔の大きさが見かけ上平均化されるので、軸受本体2aの内部と軸受隙間との間の油の適切な循環が確保される。これにより、上記のような圧力分布の不均一化（局所的な圧力降下）の問題が解消され、また、動圧溝2cの動圧作用で次々と新たな油が軸受隙間に押し込まれ続けるため、潤滑油膜の油膜力およびラジアル剛性が高い状態で維持される。この結果、回転軸4がホワール等の

不安定振動を生じることなく動圧型焼結含グリース軸受2によって継続して非接触支持され、軸振れやNRRO、ジッタなどが低減される。また、回転軸4と軸受本体2aとが非接触で回転するため低騒音であり、しかも低コストである。

#### 【0048】

上記のような傾斜状の動圧溝2cを有する軸受面2bは、圧縮成形により形成することができる。例えば、焼結含グリース軸受の加工に用いられるサイジングピンなどのコアロッドの外周面に軸受面2bの形状に対応した成型型を形成し、コアロッドの外周面に軸受本体2aの素材である円筒状の焼結金属素材を供給し、焼結金属素材に圧迫力を加えてその内周面をコアロッドの成型型に加圧し、成型型の形状を焼結金属素材の内周面に転写する。この時、軸受面2bにおける動圧溝2cの形成領域と、それ以外の領域（背2dおよび平滑領域n）とを同時成形することができる。この場合、コアロッドの成型型を精度良く仕上げておけば、軸受面2bの成形精度も良くなる。コアロッドの成型型を必要とされる精度、例えば真円度1 $\mu$ m、円筒度2 $\mu$ m以内に仕上げることは比較的容易である。軸受面2bの成形後は、焼結金属素材のスプリングバックを利用して、さらには加熱によるコアロッドと焼結金属素材との熱膨張差をスプリングバックに付加して、動圧溝2cの形状を崩すことなく、コアロッドを焼結金属素材の内周面から離型することができる。

#### 【0049】

以上の軸受面成形を行う前に、焼結金属素材の内周面に回転サイジングを施し、内周面の表面開孔率を予め調整しておくのが好ましい。完成品としての軸受本体2aの軸受面2bの表面開孔率は、動圧溝を有しない一般的な焼結含油軸受の軸受面の表面開孔率（通常20～30%程度）よりも小さくするのが良い。例えば、軸受面2bの表面開孔率を3～15%に設定すると、グリース含浸による効果と相俟って、十分な油膜形成を維持しつつ、適切な油の循環を確保する上で有利である。尚、表面開孔率の調整は上記のような回転サイジングによる他、軸受本体2aの密度設定により、あるいは表面処理と密度設定とを併用することにより行うこともできる。

#### 【0050】

# 【実施例】

図1に示すDVD-ROM/ RAM用スピンドルモータを用いて回転軸4の軸振れの比較試験を行った。試験で用いた動圧型焼結含グリース/ 含油軸受には表1に示される潤滑剤を含浸させた。実施例1～実施例7は潤滑グリースを含浸させたもの、比較例1は潤滑油を含浸させたものである。また、軸振れの測定は、図1に示す回転軸4を上端から突出する長いものに替え、非接触変位計でその挙動を測定することにより行った。

【0051】

【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	比較例1
基 油	POE	POE	POE	POE	POE	POE	POE	POE
増ちょう剤の種類	Li	MU	DU	DU	DU	DU	TU	—
ウレア末端基のモル比 (芳香族アミン:脂肪族アミン)	(—)	(0:10)	(8:2)	(5:5)	(2:8)	脂環族	(10:0)	(—)
増ちょう剤量wt%	0.48	3	4.2	3.6	3.1	3	4.5	—

POE:H2987(HATCO製)

Li:ステアリン酸リチウム石けん

MU:モノウレア

DU:ジウレア

TU:トリウレア

POEの添加物:ポリメタクリレート(三洋化成工業製アクループ707:5重量%)

フェニル- $\alpha$ -ナフチルアミン:1重量%

ベンゾトリアゾール誘導体:0.05重量%

【0052】

試験は、回転数1000～8000rpm、回転体のアンバランス荷重1g・cm、常温常湿環境下で実施した。軸受および軸受面の仕様は下記の通りである。

【0053】

[軸受仕様]

軸径:  $\phi$ 3mm

軸受寸法: 内径 $\phi$ 3×外径 $\phi$ 6×幅8.7mm

軸受面の数: 上下に2箇所

軸受面の軸方向幅：2.4 mm

軸受隙間（直径）：4  $\mu$ m

「動圧溝仕様」（図2に示す形状）

溝深さ：3  $\mu$ m

溝角度 $\beta$ ：20°

溝本数：8本

比較試験の結果を図5にまとめて示す。図5に示すように、潤滑グリースを含浸した実施例1～7では、いずれも比較例1に比べて軸振れが低減することが認められ、特に、増稠剤をウレアとした実施例4でその傾向が顕著であった。この試験結果から、この種の動圧型軸受において、潤滑油を含浸した構成に比べ、潤滑グリースを含浸した構成の方がより軸受剛性が向上し、軸振れの抑制に対して効果的であることが確認された。

【0054】

【発明の効果】

本発明は以下の効果を有する。

【0055】

（1）軸受面に設けた傾斜状の動圧溝の動圧効果により軸受隙間内に潤滑油膜を形成し、その潤滑油膜によって回転軸の摺動面を非接触支持するので、ホワール等の不安定振動が発生しにくく、高い回転精度が得られる。また、軸受本体の内部の細孔内に保有した油を軸受本体と軸受隙間との間で循環させながら潤滑作用を行うので、油の酸化劣化が生じにくく、高い軸受寿命が得られる。

【0056】

（2）軸受本体に含浸する潤滑剤を潤滑グリースとすることにより、軸受面の表面開孔の一つ一つの面積が平均化され、また軸受面から所定深さの表層部分の一つ一つの細孔の断面積が平均化されるので、局所的な圧力降下が発生しにくくなると共に、軸受本体から軸受隙間への油の滲み出し、軸受隙間から軸受本体への油の戻りが適切量に調整される。そのため、動圧溝による潤滑油膜の形成効果が高められ、軸受剛性（軸受負荷容量）が向上すると同時に、油の適切な循環が確保され、軸受寿命が向上する。

#### 【0057】

(3) ウレア化合物は分子間の相互作用力が強いため、せん断安定性に優れ、金属表面に吸着しやすいという性質を有するため、これを潤滑グリースの増稠剤として用いることにより、潤滑効果をより一層高めることができる。

#### 【0058】

(4) 軸受本体の内周面に複数の軸受面を軸方向に離隔形成することにより、軸受面相互間の同軸度を精度良く確保することができる。また、複数の軸受を配置する場合に比べ、部品点数、組立工数を減少することができる。

#### 【0059】

(5) 上記のような動圧型焼結含グリース軸受で回転軸を非接触支持する本発明の情報機器のスピンダルモータは、軸振れ、NRRO、ジッタ等、搭載装置の高速・高性能化に伴って厳しさが増す諸要求特性を満足でき、情報機器の機能向上、高寿命化に寄与する。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

実施形態に係わるDVD-ROM/ RAM装置のスピンダルモータを示す断面図である。

##### 【図2】

動圧型焼結含グリース軸受の断面図(図a)、正面図(図b: 図aにおけるb方向矢視図)である。

##### 【図3】

動圧型焼結含グリース軸受で軸を非接触支持する際の、軸方向断面での油の流れを模式的に示す図である。

##### 【図4】

動圧型焼結含グリース軸受における軸受面の動圧溝の深さhと軸受隙間cとの関係を模式的に示す断面図である。

##### 【図5】

軸振れの比較試験の結果を示す図である。

#### 【符号の説明】



2 動圧型焼結含グリース軸受

2 a 軸受本体

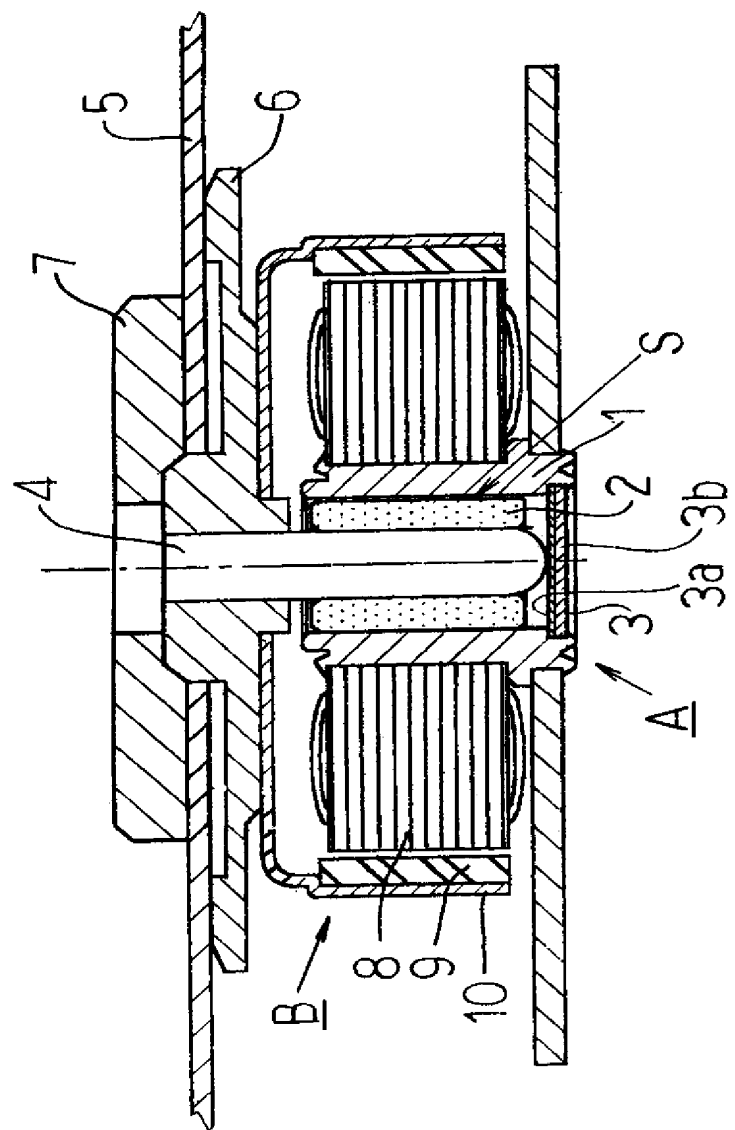
2 b 軸受面

2 c 動圧溝

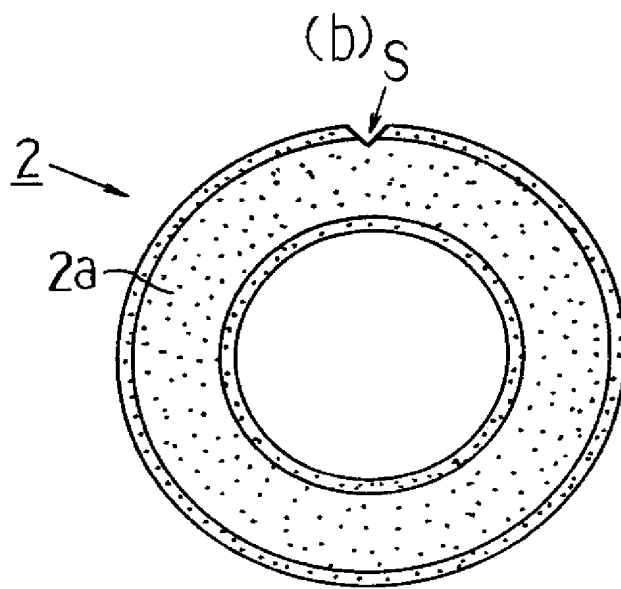
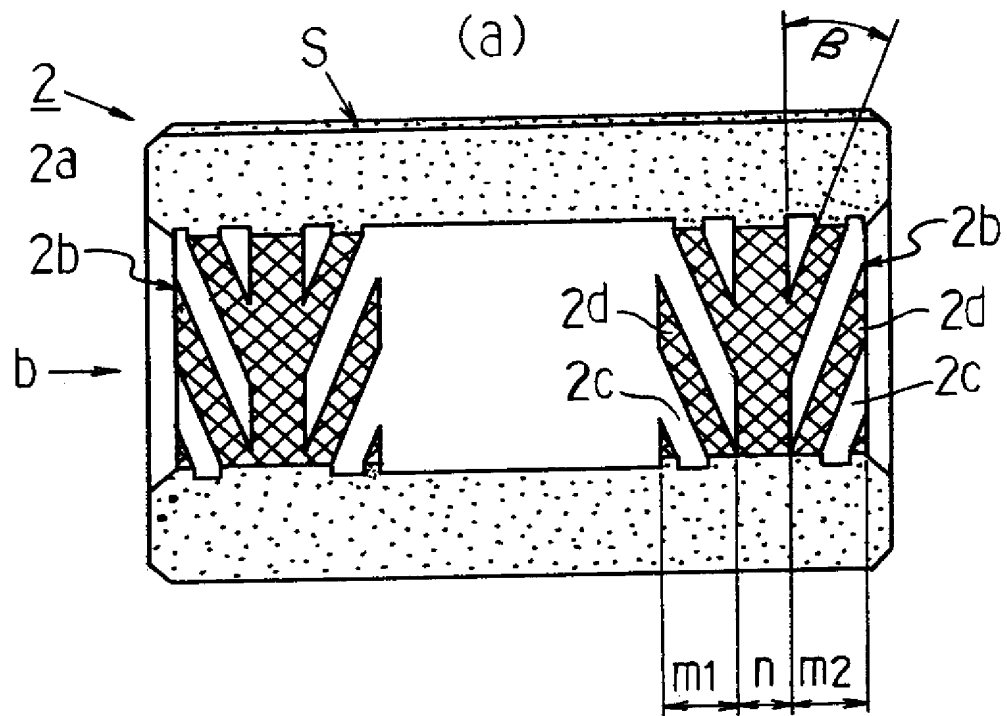
4 回転軸

【書類名】 図面

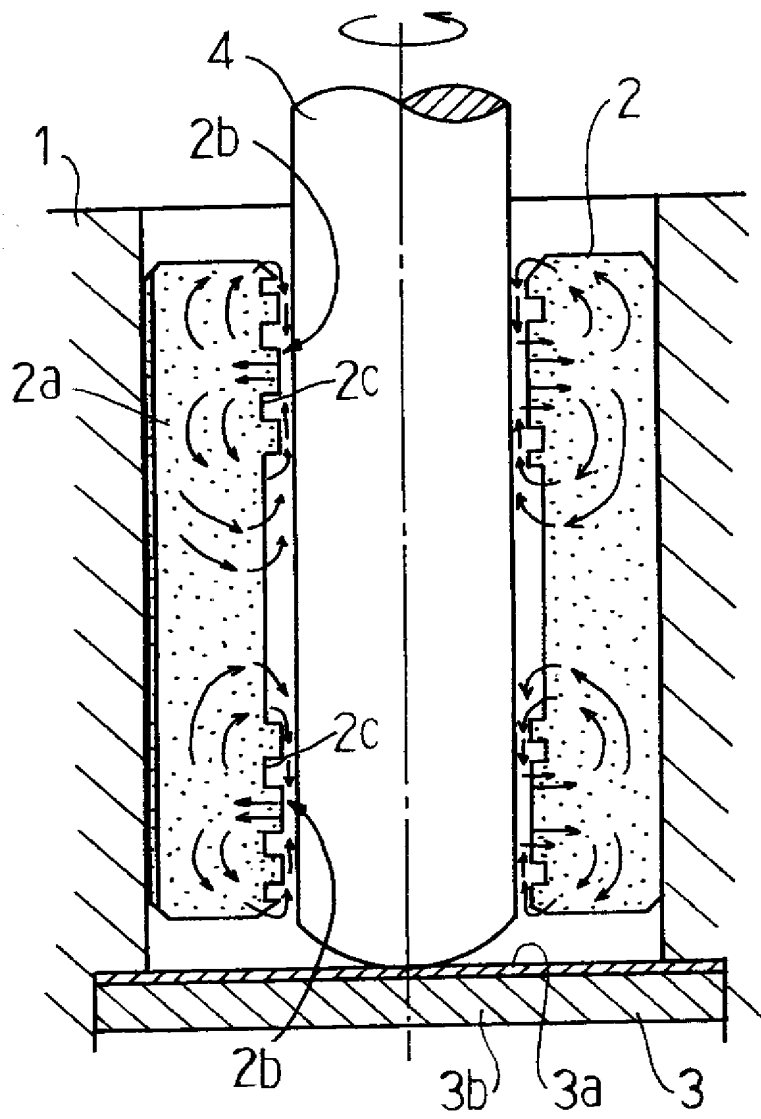
【図1】



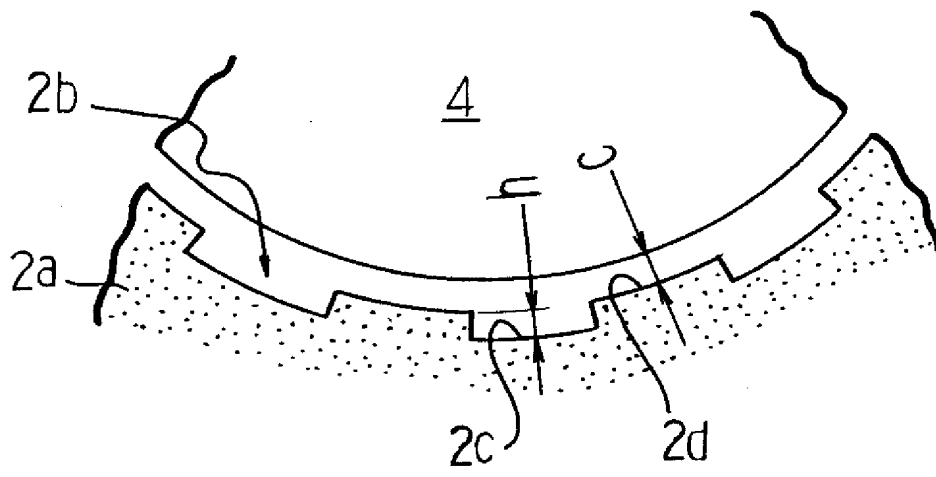
【図2】



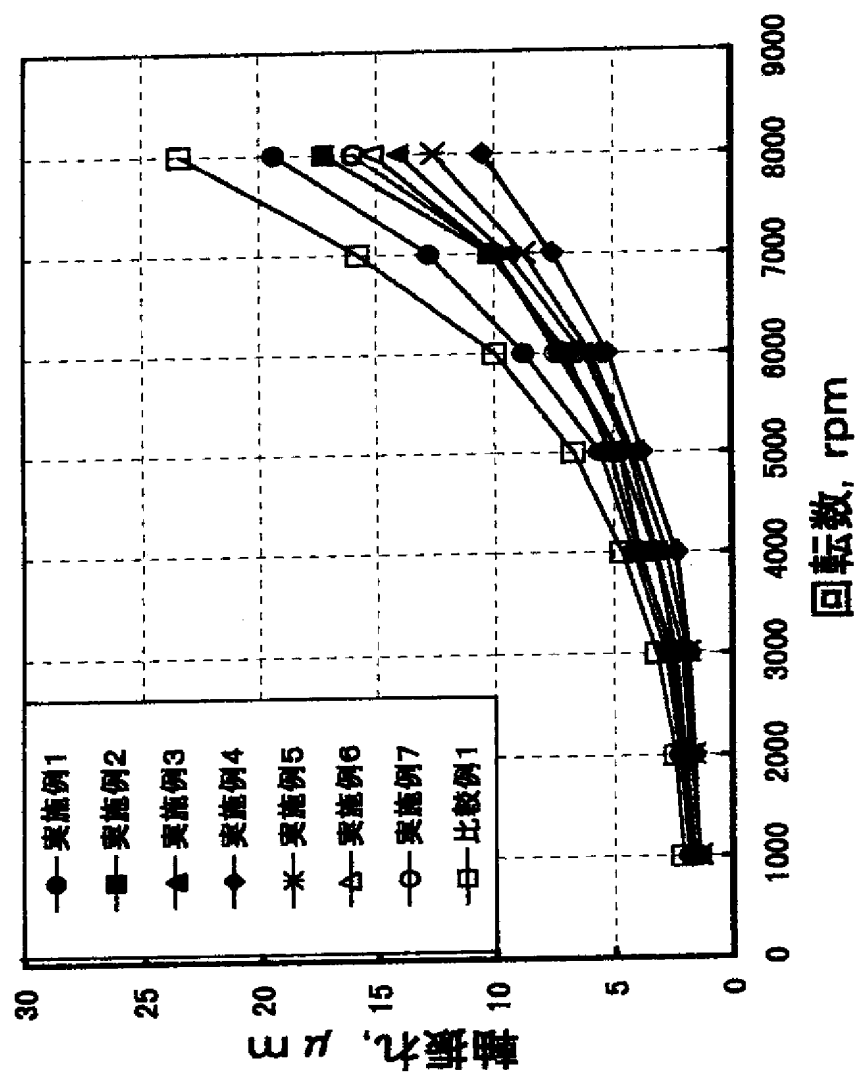
【図3】



【図4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 軸受剛性の向上、軸受寿命の向上

【解決手段】 動圧型焼結含グリース軸受2は、焼結金属からなる多孔質の軸受本体2 aに、潤滑剤として潤滑グリースを含浸させて自己潤滑機能を持たせたものである。軸受本体2 aの内周面には、軸方向に離隔した2つの軸受面2 bが形成され、2つの軸受面2 bの双方にそれぞれ、軸方向に対して傾斜した複数の動圧溝2 cが形成される。

【選択図】 図2

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000102692  
【住所又は居所】 大阪府大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 1 7 号  
【氏名又は名称】 エヌティエヌ株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000006644  
【住所又は居所】 東京都中央区新川二丁目 3 1 番 1 号  
【氏名又は名称】 新日鐵化学株式会社

【代理人】

申請人  
【識別番号】 100064584  
【住所又は居所】 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 5 番 2 6 号 大阪  
商工ビル 8 階 江原特許事務所  
【氏名又は名称】 江原 省吾

【選任した代理人】

【識別番号】 100093997  
【住所又は居所】 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 5 番 2 6 号 大阪  
商工ビル 8 階 江原特許事務所  
【氏名又は名称】 田中 秀佳

【選任した代理人】

【識別番号】 100101616  
【住所又は居所】 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 5 番 2 6 号 大阪  
商工ビル 8 階  
【氏名又は名称】 白石 吉之

【選任した代理人】

【識別番号】 100107423  
【住所又は居所】 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 5 番 2 6 号 大阪  
商工ビル 8 階 江原特許事務所  
【氏名又は名称】 城村 邦彦



【書類名】 手続補正書  
【整理番号】 P10-220  
【提出日】 平成17年 9月29日  
【あて先】 特許庁長官 殿（特許庁審査官 富岡 和人 殿）  
【事件の表示】

【出願番号】 平成10年特許願第147838号

【補正をする者】

【識別番号】 000102692

【氏名又は名称】 N T N株式会社

【補正をする者】

【識別番号】 000006644

【氏名又は名称】 新日鐵化学株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064584

【弁理士】

【氏名又は名称】 江原 省吾

【発送番号】 283437

【手続補正1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 特許請求の範囲

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 支持すべき回転軸の摺動面と軸受隙間を介して対向する軸受面を有し、その軸受面に軸方向に対して傾斜した動圧溝が設けられた焼結金属からなる多孔質の軸受本体と、軸受本体の内部の細孔内に含浸された潤滑剤とを備え、

軸受本体に含浸される潤滑剤が、基油の40℃での動粘度が5～60cSt、増稠剤の配合割合を0.1～5.0重量%とした潤滑グリースであり、

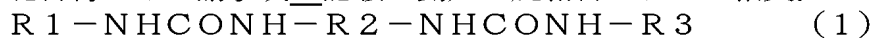
上記軸受本体の軸受面の表面開孔率が3～15%であり、

上記潤滑グリースの基油が、軸受面を含む表面の表面開孔を介して軸受本体の内部と軸受隙間との間を循環しつつ、上記動圧溝の動圧効果により軸受隙間内に潤滑油膜を形成し、その潤滑油膜によって回転軸の摺動面を軸受面に対して非接触支持することを特徴とする動圧型焼結含グリース軸受。

【請求項2】 上記焼結金属が、銅、鉄、及びアルミニウムの中から選択される1種以上の材料を主成分とする請求項1記載の動圧型焼結含グリース軸受。

【請求項3】 上記潤滑グリースの増稠剤がウレア化合物である請求項1記載の動圧型焼結含グリース軸受。

【請求項4】 上記ウレア化合物が下記式（1）で表される群から選択される1種以上の化合物である請求項3記載の動圧型焼結含グリース軸受。



上記式中、R2は炭素原子数6～15の芳香族炭化水素基を示し、R1及びR3は炭素原子数6～12の芳香族炭化水素基、又は、炭素原子数8～20のアルキル基を示し、R1及びR3中に占める芳香族炭化水素基の割合は0～100モル%である。

【請求項5】 上記軸受本体の内周面に複数の軸受面を軸方向に相互に離隔して形成すると共に、軸受面間の領域の内径寸法を、軸受面における動圧溝以外の領域の内径寸法よりも大きくした請求項1記載の動圧型焼結含グリース軸受。

【請求項6】 情報機器の回転要素と共に回転する回転軸と、この回転軸を支持する軸受と、所定のギャップを介して相対向配置されたロータ及びステータとを備えた情報機器のスピンダルモータにおいて、

上記軸受が、回転軸の摺動面と軸受隙間を介して対向する軸受面を有し、その軸受面に

軸方向に対して傾斜した動圧溝が設けられた焼結金属からなる多孔質の軸受本体と、軸受本体の内部の細孔内に含浸された潤滑剤とを備え、該潤滑剤が、基油の40℃での動粘度が5～60cSt、増稠剤の配合割合を0.1～5.0重量%とした潤滑グリースであり、

上記軸受本体の軸受面の表面開孔率が3～15%であり、

上記潤滑グリースの基油が、軸受面を含む表面の表面開孔を介して軸受本体の内部と軸受隙間との間を循環しつつ、上記動圧溝の動圧効果により軸受隙間内に潤滑油膜を形成し、その潤滑油膜によって回転軸の摺動面を軸受面に対して非接触支持することを特徴とする情報機器のスピンドルモータ。

【請求項7】 上記焼結金属が、銅、鉄、及びアルミニウムの中から選択される1種以上の材料を主成分とする請求項6記載の情報機器のスピンドルモータ。

【請求項8】 上記潤滑グリースの増稠剤がウレア化合物である請求項6記載の情報機器のスピンドルモータ。

【請求項9】 上記ウレア化合物が下記式(1)で表される群から選択される1種以上の化合物である請求項8記載の情報機器のスピンドルモータ。



上記式中、R2は炭素原子数6～15の芳香族炭化水素基を示し、R1及びR3は炭素原子数6～12の芳香族炭化水素基、又は、炭素原子数8～20のアルキル基を示し、R1及びR3中に占める芳香族炭化水素基の割合は0～100mol%である。

【請求項10】 上記軸受本体の内周面に複数の軸受面を軸方向に相互に離隔して形成すると共に、軸受面間の領域の内径寸法を、軸受面における動圧溝以外の領域の内径寸法よりも大きくした請求項6記載の情報機器のスピンドルモータ。

#### 【手続補正2】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0012

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0012】

油の循環量を制御するための手段として、表面開孔率（単位面積内に占める表面開孔の面積割合）の調整、油の動粘度の調整が挙げられる。しかし、表面開孔率の調整だけでは、表面開孔や細孔の個々の大きさまでは管理できないので、軸受面に大きな表面開孔があった場合や、軸受面から所定深さの表層部分に大きな孔があった場合、局所的な圧力低下が生じることが避けられない。また、油の動粘度の調整を過度に行うと、トルク上昇の要因となる。従って、これらの手段では限界があり、近時のスピンドルモータの一層の高速回転化、高性能化の傾向を考えると、十分な軸受機能を得ることができない場合が多い。

#### 【手続補正3】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0013

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0013】

そこで、本発明では、多孔質の軸受本体の軸受面に軸方向に対して傾斜した動圧溝を設けると共に、軸受本体に含浸する潤滑剤を、基油の40℃での動粘度が5～60cSt、増稠剤の配合割合が0.1～5.0重量%である潤滑グリースとし、かつ、軸受本体の軸受面の表面開孔率を3～15%とした。

## 出願人履歴

000102692

19900823

新規登録

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

エヌティエヌ株式会社

000102692

20021105

名称変更

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

NTN株式会社

000006644

19960319

住所変更

東京都中央区新川二丁目31番1号

新日鐵化学株式会社

000006644

19990817

住所変更

東京都品川区西五反田七丁目21番11号

新日鐵化学株式会社

000006644

20060302

住所変更

東京都千代田区外神田四丁目14番1号

新日鐵化学株式会社